

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-73489

(43)公開日 平成11年(1999)3月16日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 1/00  
H 0 4 N 5/765  
5/781

識別記号

F I

G 0 6 F 15/66  
H 0 4 N 5/781

4 7 0 J  
5 1 0 L

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平9-234095

(22)出願日

平成9年(1997)8月29日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 江尻 公一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 脊木 伸

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 関 海克

東京都中央区勝鬨3丁目12番1号 リコーシステム開発株式会社内

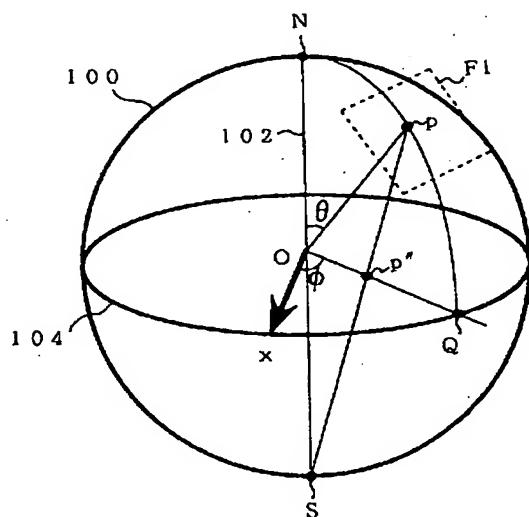
(74)代理人 弁理士 鈴木 誠 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像保存方法及び機械読み取り可能媒体

(57)【要約】

【課題】 3次元的パノラマ画像等を少ないメモリに記憶し、容易に管理できるようにする。

【解決手段】 デジタルカメラ等で一地点から異なった方位を撮影した複数の要素画像Fは、カメラのレンズ中心を中心Oとし、カメラのレンズと撮像面の距離を半径Rとする球面100に投影され貼り合わされる。球面100の北半球面(南半球面の一部を含む)上の画像は赤道面104を含む平面に平射投影される。平射投影画像のデータは一括してメモリに記憶され、一つのファイルとして管理される。メモリ上の画像は、球面に再投影し、視線に垂直な平面に投影することにより高速に再現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一の位置からデジタルカメラ等によって異なる方位を撮影した複数の画像を、該デジタルカメラ等のレンズ中心を中心とした球面上に投影して貼り合わせるステップと、該球面上の画像を該球面と交差する平面に平射投影するステップと、該平面に平射投影された画像のデータを一括してメモリ又は記録媒体に格納するステップとからなる画像保存方法。

【請求項2】 同一の位置からデジタルカメラ等によって異なる方位を撮影した複数の画像を、該デジタルカメラ等のレンズ中心を中心とした球面上に投影して貼り合わせるステップと、該球面の一方の局側の第1の半球面上の画像と、他方の極側の第2の半球面の該第1の半球面と連続した一部分の上の画像とを、該球面の赤道面を含む同じ平面上に平射投影し、該平面に平射投影された画像のデータを一括してメモリ又は記録媒体に格納するステップとからなることを特徴とする画像保存方法。

【請求項3】 同一の位置からデジタルカメラ等によって異なる方位を撮影した複数の画像を、該デジタルカメラ等のレンズ中心を中心とした球面上に投影して貼り合わせるステップと、該球面の一方の極側の第1の半球面上の画像を該球面の赤道面を含む第1の平面に平射投影し、該球面の他方の極側の第2の半球面上の画像を該赤道面を含む第2の平面に平射投影するステップと、該第1の平面に平射投影された画像のデータを一括してメモリに記憶しかつ該第2の平面に平射投影された画像のデータを一括してメモリ又は記録媒体に格納するステップとからなることを特徴とする画像保存方法。

【請求項4】 請求項1、2又は3記載の画像保存方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したことを特徴とする機械読み取り可能媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子的に表現された画像の処理に係り、特に、デジタルカメラ等で異なる方位を撮影した画像の貼り合わせ合成等の分野に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 デジタルカメラ等の撮影機器は視野や解像度が限定されているため、より高解像度の画像、広角の画像、パノラマ画像等を得るには、異なる方位を撮影した複数枚の画像を貼り合わせて合成する方法が有効である。

【0003】 パノラマ画像を例にとると、現在のところ、複数の画像を貼り合わせて得られるのは、単一方向（ある地点から見て天球上の円を描く方向）のパノラマ画像に限られている。このようなパノラマ画像の作成手法の一例を図6により簡単に説明する。

## 【0004】 ある地点からデジタルカメラで撮影した画

像Gの各画素（a, b等）を、デジタルカメラのレンズ中心cを中心軸とした円筒面300に投影する。a', b'は画素a, bの円筒面300上に投影された点である。デジタルカメラのレンズ中心cを固定したまま、デジタルカメラの光軸をOa'を含む平面（通常は水平面）に平行に移動させながら、つまり、その方向にデジタルカメラを振りながら、360°のシーンを分割撮影し、各方位で撮影された画像の画素を円筒面300に投影する。このように複数枚の画像を円筒面300に投影して貼り合わせることにより、360°のパノラマ画像を合成することができる。このパノラマ画像をディスプレイの画面に表示する場合には、観測したい視線方向と垂直な平面を定義し、この平面上に円筒面300上の画素を再投影する。画像データの記憶・管理については、複数の画像が投影された円筒面300を展開した長方形又は正方形に対応したメモリ空間を用意し、ここに円筒面300上に投影された全ての画素の情報を記憶することにより、360°のパノラマ画像のデータを一括してメモリに記憶し、効率的に管理することができる。

【0005】 単一方向のパノラマ画像については、上に述べたような手法によって合成し、また、その画像データを一括して効率的に記憶・管理することができる。しかし、カメラ位置の周りの任意の方位を撮影した複数の画像を貼り合わせて、例えば全天をカバーするような3次元的なパノラマ画像を合成し、またその画像データを一括して効率的に記憶・管理するための実用的な手法は、これまで公知になっていない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上に述べた3次元的なパノラマ画像等の合成に関して、発明者等は、同じ地点からデジタルカメラ等で撮影した複数の画像を、カメラのレンズ中心を中心とした球面上に投影して貼り合わせる手法を既に提案している（特願平9-166737号）。

【0007】 この手法を実施する場合、画像データの保存・管理に問題が残されている。すなわち、球面は円筒面のように簡単に展開することができないため、円筒面に投影された画像データのような簡単な方法では、球面上に投影して貼り合わせた画像のデータを一括して効率的に保存・管理することができない。

【0008】 合成前の個々の画像のデータを別々にメモリに記憶しておき、ある方位について画像を観測したい時に、その方位の視野に含まれる画像を球面に投影して貼り合わせ、それを表示平面に再投影するという方法を採用することも可能である。しかし、表示の都度、画像合成を行うのでは表示までに時間がかかるてしまい、短時間内に連続的に方位を変えて画像を観測することは困難である。

【0009】 高速の画像表示を可能にするために、一定の空間角度間隔の多くの方位について予め画像合成を行

い、それぞれの合成画像のデータを別々にメモリに記憶しておき、観測したい方位の合成画像を表示する方法も考えられる。しかし、この方法では、画像データの記憶のために必要なメモリ量が大きいうえに画像データの管理が面倒である。さらに、予め用意されていない方位の画像の表示が困難である。

【0010】よって本発明の目的は、上に述べた3次元的パノラマ画像等の少ないメモリ量による効率的な保存・管理及び高速な画像再現を可能にする方法を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、球面上に投影された画像を、その球面と交差する平面へ平射投影し、その平射投影画像のデータを一括してメモリ又は記録媒体に格納する。

【0012】この方法によれば、例えば、デジタルカメラ等で同じ位置から任意の方位を撮影した複数の画像を球面に投影して貼り合わせた3次元的パノラマ画像のデータを一括してメモリ又は記録媒体上に保存し、一つのファイルとして管理することができる。このようにすれば、様々な方位の合成画像を別々のファイルとして保存する方法に比べ、必要なメモリ量は遥かに少なくて済み、また、メモリ又は記録媒体上の画像データの管理も簡単になる。また、メモリ又は記録媒体上の画像（既に合成されたパノラマ画像）を球面に再投影し、その必要な視野部分をさらに表示平面に投影することにより、任意の方位について画像を高速に表示することができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照し、本発明の一実施例について詳細に説明する。

【0014】図1は本発明の一実施例による処理の概要を示すフローチャートである。図2、図3及び図4は処理の説明のための図である。

【0015】まず、初めのステップS1において、例えばデジタルカメラで一地点から異なる方位を撮影した複数の画像（要素画像と呼ぶ）を、図2に示すようなデジタルカメラのレンズと撮像面までの距離に等しい半径Rを持ちレンズ中心を中心Oとした球面100に投影して貼り合わせ、一つの合成画像を球面100上に作る。図2において、F1は球面100に投影される一つの要素画像であり、pはその一つの画素である。Nは中心Oから見て真上にある球面の極であり、ここでは北極と呼ぶ。Sは中心Oから見て真下にある球面の極であり、ここでは南極と呼ぶ。102は北極Nと南極Sを結ぶ垂直な線であり、ここでは極軸と呼ぶ。104は中心Oを通る水平な面であり、ここでは赤道面と呼ぶ。Qは画素pの投影された点を通る経度線と赤道面104との交差点である。線分Oxは経度の基準線であり、例えば東の方位を指す。φは基準線Oxに対し線分OQのなす角度であり、画素pの緯度と呼ぶ。θは中心Oから画素pを望

む視線と極軸102とのなす角度である。一般的には、赤道面からの仰角を緯度というが、ここでは極軸102との角度θを画素pの緯度と呼ぶ。つまり、 $\theta = 90^\circ -$  [一般的な意味の緯度]である。

【0016】このステップS1では、具体的には例えば以下のような座標演算を行う。デジタルカメラにより撮影された要素画像の各画素の位置は、その光軸（通常は中心）を原点とした直交座標系で表されるのが一般的である。そこで、まず、(1)式により、要素画像の各画素の座標(i, j)を方位角座標( $\phi_x$ ,  $\phi_y$ )に一旦変換する。ただし、(1)式において、Rは要素画像を撮影したデジタルカメラのレンズと撮像面の距離、つまり球面100の半径である。次に、(2)式により、要素画像の各画素の方位角座標を、統一された基準座標系の方位角座標(φ, θ)に変換する。(2)式において、φとθは図2に関連して説明した経度と緯度である。また、(2)式中のAは2つの座標系間の変換マトリックスである。このような座標変換マトリックスは、例えば前記特願平9-166737号の明細書に詳述されているように、隣り合う要素画像のオーバーラップ領域の対応点間の相対的位置関係に基づいて導出することができる。座標変換マトリックスAを求めるため、要素画像は隣接したもの同士が部分的にオーバーラップするように撮影される。

【0017】次のステップS2において、球面100に投影され貼り合わされた画像を、赤道面104を含む平面106（図3）に平射投影する。この平射投影は、具体的には、球面100上の各画素の座標(φ, θ)を、(3)式に従って、極座標(r, Φ)に変換することによって行う。

【0018】図3は、図1の画素pの投影点と点Qを通る経度線で球面100を輪切りにした断面図である。106は赤道面104を含む平射投影平面である。O'は要素画像F1の中心、p'は要素画像F1上の画素pの球面100への投影点である。この点p'が平射投影により赤道面を含む平面106に投影された点がp"である。

【0019】水平線より上のシーンだけを対象にするならば、球面100の赤道面104より上の半球面（北半球面）に投影された画像だけを平射投影すればよく、全ての画素は赤道面104の内部に投影される。しかし、図3に見られるように、デジタルカメラ等で水平方向を撮影した要素画像F2には赤道面104より下の部分も写っており、そのような部分の画素は平射投影により赤道面104より外側に投影される。例えば、要素画像F2の画素qは、球面100上の点q'に投影され、さらに平射投影により平面106上の点q"に投影される。

wは要素画像F2上の最も下に位置する画素であり、球面100上の点w'に投影され、さらに平面106上の点w"に投影される。本実施例では、平射投影平面10

6を赤道面104より広げることによって、水平方向より上のシーンのみならず、水平方向よりある角度だけ下方向のシーンも、その画像データを一つのファイルとして記憶できるようにする。

【0020】図4は、平射投影平面106上の画像投影領域と、その画像データの記憶領域とを関連付けて説明するための図である。球面100の北半球面上の画素は円110で示される範囲に平射投影される。球面100上の赤道面104より下側の一定範囲までの画素を投影するために、平射投影領域は円112で示す領域まで拡大される。したがって、円110と円112の間の領域は球面100の南半球面の一部（北半球面と連続している）の画像が投影される領域である。

【0021】図1に戻る。最後のステップS3において、前ステップS2により平射投影された画像のデータを一括してメモリに記憶する。具体的には、本実施例では以下のような操作を行って画像データをメモリに記憶させる。

【0022】まず、図4に示す平射投影平面上の正方形ABCD領域に対応したメモリ領域を確保する。前ステップS2では平射投影された各画素位置は極座標( $r, \Phi$ )で表現されているが、一般にメモリロケーションには整数番地が付けられる。そこで、平射投影された各画素の座標を(4)式により直交座標(X, Y)に変換する。次に実数座標(X, Y)を(5)式により整数座標(I, J)に変換する。なお、(5)式において、  
[x]はxを超えない最大の整数を意味する。

【0023】このようにして求めた整数座標(I, J)に対応する番地のメモリロケーションに、例えば(6)式の補間演算により計算した画素値もしくは輝度値f(I, J)を書き込む。(6)式において、f(Xi, Yj)は実数座標(Xi, Yj)における計算上の画素値もしくは輝度値である。Ip()は補間関数で、例えば線形補間関数やキュービック(Cubic)補間関数である。この補間演算は、注目した整数座標(I, J)の周囲の一定距離の範囲内、例えば(7)式の範囲内で行う(ただしThは定数)。

【0024】このようにして、球面100の北半球面及びそれに連続した南半球面の一部に投影され貼り合わされた画像のデータを一括してメモリに記憶し、一つのファイルとして管理することができる。

【0025】一般に、コンピュータによりメモリ上のデータを効率よく管理するためには、その番地範囲が簡単な記号で表せることが望ましい。2次元番地(I, J)の場合、A < I < B、C < J < Dのような区間による管理が最も一般的である。本実施例は、そのような要求を満たす。

【0026】また、画像データを扱う場合、演算処理の均一性や画像表現の精度の面で、メモリ上で連続する画素は実空間上でもほぼ等しい間隔であること、つまり、

メモリ上の画素(I, J)と画素(I, I+1)の実空間上での間隔が、メモリ上の画素(I, J+1)と画素(I, J+2)の実空間上での間隔とほぼ等しいことが望まれる。本実施例では、メモリ上に配列される画素は、球面上の画素とほぼ同一オーダーの密度で分布するので（中心付近と周辺での密度の差は最大で1:4である）、上の要求を満たす。

【0027】以上のようにしてメモリに記憶された画像を再現する場合には、画像を記憶する場合と丁度逆の変換過程によってメモリ上の画素を球面に投影し、観測したい方位に垂直な平面へ再投影すればよい。要素画像の合成は済んでいるから、任意の方位の画像を、高速に再現できる。

【0028】なお、高い山の頂上や高層ビルの屋上からのシーンを撮影し、そのパノラマ画像を得たい場合、水平方向よりかなり下方のシーンまで対象範囲に含めたいことがある。気球やヘリコプターからシーンを撮影し、そのパノラマ画像を得たい場合には、真下のシーンまで対象範囲に含めたい。このように、水平方向からどの程度下方まで処理の対象にしたらよいか一律に決定することが難しい場合には、球面の上半分（北半球面）に投影された画像と、下半分（南半球面）に投影された画像とをそれぞれ別々に赤道面に平射投影し、各平射投影画像をそれぞれメモリに記憶し一つのファイルとして管理するとよい。このようにしても、上に述べた過程によって再現できる。これも本発明の一つの実施例である。

【0029】以上に説明した本発明の処理は、例えば図5に示すようなCPU200、メモリ201、ディスプレイ装置202、ユーザ入力装置（キーボード、マウス等）203、ハードディスク装置204、フロッピーディスク装置205、PCカード読み取り装置206等をシステムバス207で接続した構成のコンピュータ上でプログラムによって実現できる。例えば、デジタルカメラによって、ある地点から撮影されPCカード208に記録された一連の画像のデータは、PCカード読み取り装置206によってコンピュータに読み込まれ、ハードディスク装置204に格納される。図1に関連して説明した本発明の処理のためのプログラム210は、例えばフロッピーディスク装置205にセットされたフロッピーディスク209より読み込まれてハードディスク装置204に格納され、必要な時点でメモリ201にロードされて実行される。このプログラム210の実行時に、処理の対象となる画像のデータがハードディスク装置204からメモリ201に読み込まれる。処理に必要なメモリ領域、例えば図1のステップS3で平射投影画像データが書き込まれるメモリ領域211は、必要な時点でメモリ201上に確保される。このメモリ領域211に書き込まれた平射投影画像データは必要に応じてハードディスク装置204又はフロッピーディスク209に保存され、画像再現時に再びメモリ201に読み込まれ

る。

【0030】以上に述べたように、本発明によれば、3次元的なパノラマ画像等の保存に必要なメモリ量の削減及び高速の画像再現が可能になるが、さらに異地点から撮影した一連の画像の相互の比較、演算が容易になる。例えば、撮影者がある地点で周囲のシーンを撮影した一連の画像と、場所を移動して周囲のシーンを撮影した一連の画像とを比較し、被写体の遠近情報を測定する場合、両地点から撮影された一連の画像は統一された座標系で表現されているのが望ましい。本発明は一地点から撮影した一連の画像を平射投影表現するが、例えば垂直方向を投影座標系の中心点にとり、水平面を投影座標系の円周にとり、そして、ある方位を基準軸にとれば、異地点から撮影された画像中の対応する被写体の方位（視差）を座標の差として直接的に表現できるため、遠近情報の抽出が容易になる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、同一位置から異なる方位を撮影した複数の画像を合成した3次元的なパノラマ画像等のデータの効率的な保存・管理及び高速な画像再現が可能となり、また、異地点から撮影した一連の画像の相互の比較による被写体の遠近情報の抽出が容易になる等の効果を得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による処理の概略を示すフローチャートである。

【図2】要素画像の球面投影を説明するための図である。

【図3】図2をある経度線で輪切りにした断面図である。

【図4】画像の平射投影領域とメモリ領域を関連付けて

示す図である。

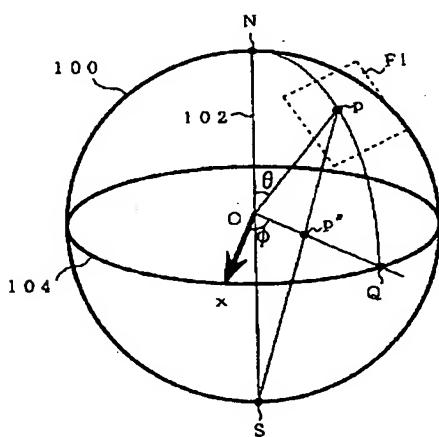
【図5】本発明の処理を実施するためのコンピュータの一例を示すブロック図である。

【図6】円筒面への投影によるパノラマ画像作成の説明図である。

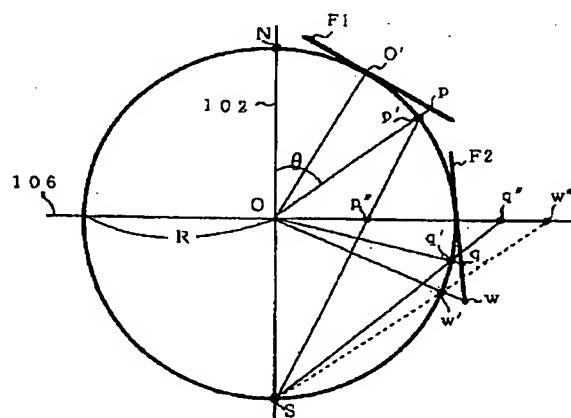
#### 【符号の説明】

100	球面
102	極軸
104	赤道面
106	平射投影平面
F1, F2	要素画像
O	中心
N	北極
S	南極
Φ	緯度
θ	経度
p, q, w	要素画像上の画素
p', q', w'	球面上への投影点
p'', q'', w''	平射投影点
200	CPU
201	メモリ
202	ディスプレイ装置
203	ユーザ入力装置
204	ハードディスク装置
205	フロッピーディスク装置
206	PCカード読み取り装置
207	システムバス
208	PCカード
209	フロッピーディスク
210	プログラム
211	メモリ領域

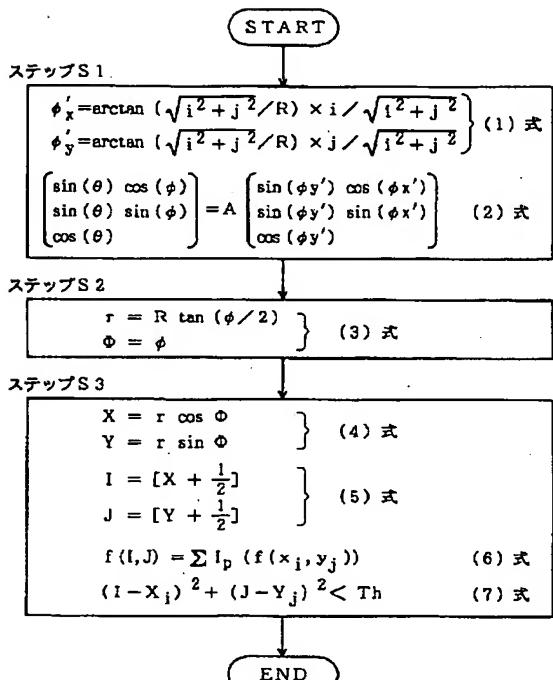
【図2】



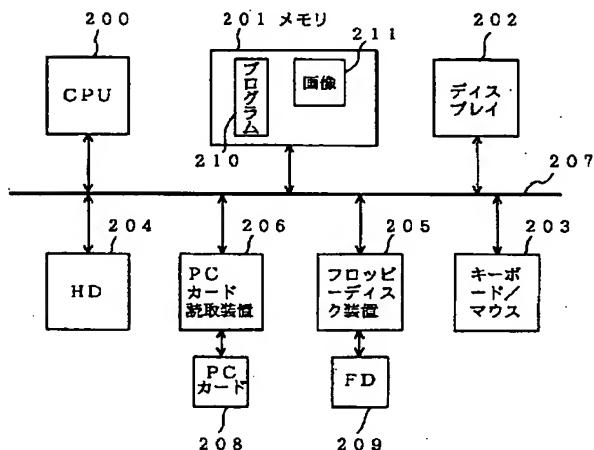
【図3】



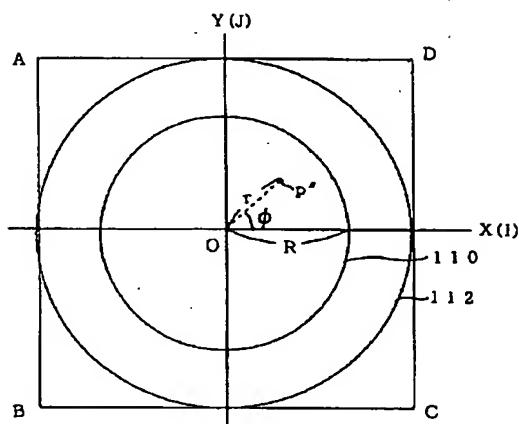
【図1】



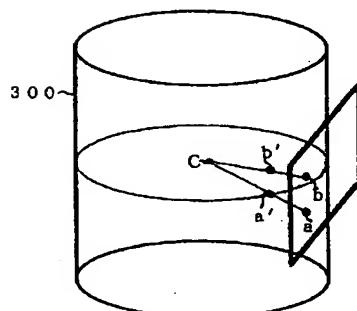
【図5】



【図4】



【図6】



**JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The image store method which consists of the step which projects two or more images which photoed bearing which changed with digital cameras etc. on the spherical surface centering on lens cores, such as this digital camera, and sticks them from the same location, a step which carry out the \*\*\*\* projection of the image on this spherical surface at the flat surface which intersects this spherical surface, and a step which bundle up the data of the image by which \*\*\*\* projection was carried out at this flat surface, and store in memory or a record medium.

[Claim 2] The step which projects two or more images which photoed bearing which changed with digital cameras etc. on the spherical surface centering on lens cores, such as this digital camera, and sticks them from the same location, the 2nd semi-sphere side by the side of the image on the 1st [ by the side of one station of this spherical surface ] semi-sphere side, and the pole of another side -- this -- the image of some [ which followed the 1st semi-sphere side ] tops The image store method characterized by consisting of a step which bundles up the data of the image by which carried out \*\*\*\* projection on the same flat surface including the equatorial plane of this spherical surface, and \*\*\*\* projection was carried out at this flat surface, and is stored in memory or a record medium.

[Claim 3] The step which projects two or more images which photoed bearing which changed with digital cameras etc. on the spherical surface centering on lens cores, such as this digital camera, and sticks them from the same location, The step which carries out \*\*\*\* projection of the image on the 1st [ by the side of one pole of this spherical surface ] semi-sphere side at the 1st flat surface including the equatorial plane of this spherical surface, and carries out \*\*\*\* projection of the image on the 2nd [ by the side of the pole of another side of this spherical surface ] semi-sphere side at the 2nd flat surface including this equatorial plane, The image store method characterized by consisting of a step which bundles up the data of the image by which bundled up the data of the image by which \*\*\*\* projection was carried out at this 1st flat surface, and memorized in memory, and \*\*\*\* projection was carried out at this 2nd flat surface, and is stored in memory or a record medium.

[Claim 4] The medium which is characterized by recording the program for making a computer perform each step of an image store method according to claim 1, 2, or 3 and which can be machine read.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to processing of the image expressed electronically, and relates to fields, such as lamination composition of the image which photoed bearing which is different especially with a digital camera etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Motion picture camera machines, such as a digital camera, have the effective approach of sticking the image of two or more sheets which photoed different bearing, and compounding it, in order to obtain the image of high resolution, the image of a wide angle, a panorama image, etc. more, since a visual field and resolution are limited.

[0003] If a panorama image is taken for an example, now, two or more images will be stuck and only a unidirectional (direction on which it sees from a certain point and the circle on the celestial sphere is drawn) panorama image will be obtained. Drawing 6 explains an example of the creation technique of such a panorama image briefly.

[0004] Each pixels (a, b, etc.) of the image G photoed with the digital camera from a certain point are projected on the cylinder side 300 which made the lens core c of a digital camera the medial axis. a' and b' are the points projected on the cylinder side 300 of Pixels a and b. The pixel of the image which carried out division photography of the 360-degree scene with the swing, and was photoed in the digital camera in the direction at least in all directions is projected [ that is, ] on the cylinder side 300, making parallel move the optical axis of a digital camera to the flat surface (usually level surface) containing Oa', with the lens core c of a digital camera fixed. Thus, by projecting the image of two or more sheets on the cylinder side 300, and sticking it, a 360-degree panorama image is compoundable. In displaying this panorama image on the screen of a display, a flat surface vertical to the direction of a lock to observe is defined, and it re-projects the pixel on the cylinder side 300 on this flat surface. About an image data storage and management, by preparing the room corresponding to the rectangle or square which developed the cylinder side 300 where two or more images were projected, and making the information on all the pixels projected here on the cylinder side 300 memorize, the data of a 360-degree panorama image can be put in block, and it can memorize in memory, and can manage efficiently.

[0005] About a unidirectional panorama image, it can compound by technique which was described above, and the image data can be put in block, and it can memorize and manage efficiently. However, the practical technique for compounding a three dimension panorama image which sticks two or more images which photoed bearing of the surrounding arbitration of a camera location, for example, covers the whole sky, and the image data

being put in block, and memorizing and managing efficiently is not well-known until now.  
[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The artificer etc. has already proposed the technique of projecting two or more images photoed with the digital camera etc. from the same point on the spherical surface centering on the lens core of a camera, and sticking them about composition of the three dimension panorama image described above (Japanese Patent Application No. No. 166737 [ nine to ]).

[0007] The problem is left behind to preservation and management of image data when enforcing this technique. Namely, since it cannot develop simple like a cylinder side, by easy approach like the image data projected on the cylinder side, the spherical surface cannot bundle up the data of the image which projects on the spherical surface and was stuck, and cannot save and manage them efficiently.

[0008] The data of each image before composition are independently memorized in memory, and it is also possible to adopt the approach of projecting the image contained in the visual field of the bearing on the spherical surface, and re-projecting lamination and it on a display flat surface to observe an image about a certain bearing. However, by performing image composition, it is difficult at every display to take time amount by display, to change bearing continuously in a short time, and to observe an image.

[0009] In order to make high-speed image display possible, image composition is beforehand performed about much bearing of fixed space include-angle spacing, the data of each synthetic image are independently memorized in memory, and how to display the synthetic image of bearing to observe is also considered. However, management of image data is troublesome to the top where the amount of memory required of this approach for an image data storage is large. Furthermore, the display of the image of bearing which is not prepared beforehand is difficult.

[0010] Therefore, the object of this invention is to offer the approach of enabling efficient preservation and management, and the high-speed image rendering by the small amount of memory of the three-dimension-panorama image described above.

[0011]

[Means for Solving the Problem] This invention carries out \*\*\*\* projection of the image projected on the spherical surface to the flat surface which intersects the spherical surface, bundles up the data of the \*\*\*\* projection image, and stores them in memory or a record medium.

[0012] According to this approach, the data of the three-dimension-panorama image which projects two or more images which photoed bearing of arbitration on the spherical surface, and stuck them from the same location with the digital camera etc., for example can be put in block, and it can save on memory or a record medium, and can manage as one file. If it does in this way, compared with the approach of saving the synthetic image of various bearings as a separate file, there will be few required amounts of memory far, and it will end, and management of the image data on memory or a record medium will also become easy. Moreover, an image can be displayed on a high speed about bearing of arbitration by

re-projecting the image on memory or a record medium (already compounded panorama image) on the spherical surface, and projecting the required visual field part on a display flat surface further.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0014] Drawing 1 is a flow chart which shows the outline of processing by one example of this invention. Drawing 2 , drawing 3 , and drawing 4 are drawings for explanation of processing.

[0015] First, in first step S1, it projects on the spherical surface 100 which set the lens core as Core O with the radius R equal to the distance to the lens and image pick-up side of a digital camera as shows two or more images (it is called an element image) which photoed bearing which is different from one point with a digital camera to drawing 2 , and lamination and one synthetic image are made on the spherical surface 100. In drawing 2 , F1 is one element image projected on the spherical surface 100, and p is the one pixel. N is the pole of the spherical surface which sees from Core O and exists right above, and calls it the north pole here. S is the pole of the spherical surface which sees from Core O and is just under, and calls it the south pole here. 102 is a vertical line which connects the north pole N and the south pole S, and calls it a polar axis here. 104 is a level field passing through Core O, and calls it an equatorial plane here. Q is the crossing of the longitude line and equatorial plane 104 which pass along the point that Pixel p was projected. Segment Ox is the datum line of LONG, for example, points out east bearing. phi is an include angle which Segment OQ makes to the datum line Ox, and calls it the LAT of Pixel p. theta is an include angle of the look and polar axis 102 which desire a pixel p from Core O to make. Generally, although the elevation angle from an equatorial plane is called LAT, the include angle theta with a polar axis 102 is called the LAT of Pixel p here. that is, theta= 90 degree- it is [the LAT of general semantics].

[0016] At this step S1, the following coordinate operations are specifically performed. As for the location of each pixel of the element image photoed with the digital camera, it is common to be expressed with the rectangular coordinate system which made the optical axis (usually core) the zero. Then, the coordinate (i, j) of each pixel of an element image is once first changed into an azimuth coordinate (phi<sup>x</sup>, phi<sup>y</sup>) by (1) type. However, in (1) type, R is the lens of the digital camera which photoed the element image and the distance of an image pick-up side, i.e., the radius of the spherical surface 100. Next, the azimuth coordinate of each pixel of an element image is changed into the azimuth coordinate (phi, theta) of the unified standard coordinates by (2) types. (2) In a formula, phi and theta are the LONG and the LAT which were explained in relation to drawing 2 . Moreover, A in (2) types is a transformation matrix between two system of coordinates. Such a coordinate transform matrix can be derived based on the relative location between the corresponding points of the overlap field of an adjacent element image as explained by the description of said Japanese Patent Application No. No. 166737 [ nine to ] in full detail. In order to ask

for coordinate transform matrix A, an element image is photoed so that the adjoining things may overlap selectively.

[0017] In the following step S2, \*\*\*\* projection of the image projected and stuck on the spherical surface 100 is carried out at the flat surface 106 (drawing 3) including an equatorial plane 104. Specifically, this \*\*\*\* projection is performed by changing the coordinate (phi, theta) of each pixel on the spherical surface 100 into a polar coordinate (r, phi) according to (3) types.

[0018] Drawing 3 is the sectional view which cut the spherical surface 100 into round slices by the longitude line which passes along the projecting point and Point Q of Pixel p of drawing 1. 106 is a \*\*\*\* projection flat surface including an equatorial plane 104. O' is the core of the element image F1, and p' is a projecting point to the spherical surface 100 of the pixel p on the element image F1. The point projected on the flat surface 106 at which this point p' includes an equatorial plane by \*\*\*\* projection is p."

[0019] If aimed only at the scene above a horizontal line, all pixels will be projected on the interior of an equatorial plane 104 that what is necessary is just to carry out \*\*\*\* projection only of the image projected on the semi-sphere side above the equatorial plane 104 of the spherical surface 100 (Northern Hemisphere side). However, the part below an equatorial plane 104 is also reflected to the element image F2 which took a photograph horizontally with the digital camera etc., and the pixel of such a part is projected by \*\*\*\* projection outside an equatorial plane 104 so that drawing 3 may see. For example, the pixel q of the element image F2 is projected on point q' on the spherical surface 100, and is further projected on q" of points on a flat surface 106 by \*\*\*\* projection. w is a pixel located in the bottom on the element image F2, is projected on point w' on the spherical surface 100, and is further projected on w" of points on a flat surface 106. A down scene also enables it only for a certain include angle to memorize the image data as one file not only from the scene on horizontal but from a horizontal direction in this example by extending the \*\*\*\* projection flat surface 106 from an equatorial plane 104.

[0020] Drawing 4 is drawing for associating and explaining the image projection field and its image data storage field on the \*\*\*\* projection flat surface 106. \*\*\*\* projection of the pixel on the Northern Hemisphere side of the spherical surface 100 is carried out in the range shown with a circle 110. In order to project the pixel to the fixed range below the equatorial plane 104 on the spherical surface 100, a \*\*\*\* projection field is expanded to the field shown with a circle 112. Therefore, the field between a circle 110 and a circle 112 is a field where some (the Northern Hemisphere side is followed) images of the Southern Hemisphere side of the spherical surface 100 are projected.

[0021] It returns to drawing 1. In the last step S3, the data of the image in which \*\*\*\* projection was carried out by the before step S2 are collectively memorized in memory. The following actuation is performed and memory is made to specifically memorize image data by this example.

[0022] First, the memory area corresponding to the square ABCD field on the \*\*\*\* projection flat surface shown in drawing 4 is secured. Although each pixel location by

which \*\*\*\* projection was carried out is expressed by the polar coordinate (r, phi) at the before step S2, generally a note is made and an integer address is attached to a location. Then, the coordinate of each pixel by which \*\*\*\* projection was carried out is changed into rectangular coordinates (X, Y) by (4) types. Next, a real number coordinate (X, Y) is changed into an integer coordinate (I, J) by (5) types. In addition, in (5) types, [x] means the maximum integer which does not exceed x.

[0023] Thus, the pixel value or the brightness value  $f(I, J)$  calculated by the interpolation operation of for example, (6) types is written in the memory location of the address corresponding to the integer coordinate (I, J) searched for. (6) In a formula,  $f(X_i, Y_j)$  is the pixel value or brightness value on the count in a real number coordinate  $(X_i, Y_j)$ .  $I_p[0]$  is a interpolation function, for example, is a linear interpolation function and a cubic (Cubic) interpolation function. This interpolation operation is performed within the limits of the fixed distance around the observed integer coordinate (I, J) (for example, within the limits of (7) types) (however, Th constant).

[0024] Thus, the data of the image which is projected on a part of Southern Hemisphere side which followed the Northern Hemisphere side of the spherical surface 100 and it, and was stuck can be put in block, and it can memorize in memory, and can manage as one file.

[0025] Generally, in order to manage the data on memory efficiently by computer, it is desirable that it can express with a notation with the easy address range. In the case of a two-dimensional address (I, J), the management by  $A < I < B$  and the section like  $C < J < D$  is the most common. This example fills such a demand.

[0026] Moreover, when treating image data, it is desired in respect of the homogeneity of data processing, or the precision of an image expression for the pixel which continues on memory to have spacing almost equal to spacing on the real space of the pixel on memory  $(I, J+1)$  and a pixel  $(I, J+2)$  on being spacing almost equal also on real space, i.e., the real space of the pixel on memory  $(I, J)$  and a pixel  $(I, I+1)$ . Since the pixel arranged on memory is mostly distributed by the consistency of the same order with the pixel on the spherical surface (the difference of the consistency near a core and in the circumference is 1:4 at the maximum), it fills the upper demand with this example.

[0027] What is necessary is to project the pixel on memory on the spherical surface according to the conversion process of reverse exactly with the case where an image is memorized, and just to re-project to a flat surface vertical to bearing to observe, in reproducing the image memorized by memory as mentioned above. Since composition of an element image has ended, it can reproduce the image of bearing of arbitration at a high speed.

[0028] In addition, in some cases, I want to include in the object range to a downward scene considerably horizontally to photo the scene from a high crest top or the roof of a skyscraper, and obtain the panorama image. I want to include in the object range to the scene of right under to photo a scene from a balloon or a HEL and obtain the panorama image. Thus, when it is difficult how much for it to be horizontally made the object of processing to a lower part, and to determine uniformly, it is good to carry out \*\*\*\*

projection of the image projected on the upper half (Northern Hemisphere side) of the spherical surface, and the image projected on the lower half (Southern Hemisphere side) independently in an equatorial plane, respectively, to memorize each \*\*\*\* projection image in memory, respectively, and to manage as one file. Even if such, it is reproducible with the process described above. This is also one example of this invention.

[0029] Processing of this invention explained above is realizable with a program on the computer of a configuration of having connected CPU200 as shown in drawing 5 R> 5, memory 201, a display unit 202, the user input equipments (a keyboard, mouse, etc.) 203, the hard disk drive unit 204, the floppy disk drive unit 205, and the PC card reader 206 grade by the system bus 207. For example, by the PC card reader 206, the data of a series of images which were photoed from a certain point and recorded on PC card 208 with the digital camera are read into a computer, and are stored in a hard disk drive unit 204. The program 210 for processing of this invention explained in relation to drawing 1 is read from the floppy disk 209 set in the floppy disk drive unit 205, is stored in a hard disk drive unit 204, when required, is loaded to memory 201 and performed. The data of the image set as the object of processing at the time of activation of this program 210 are read into memory 201 from a hard disk drive unit 204. When the memory area 211 required for processing, for example, the memory area where \*\*\*\* projection image data is written in at step S3 of drawing 1 , is required, it is secured on memory 201. The \*\*\*\* projection image data written in this memory area 211 is saved in a hard disk drive unit 204 or a floppy disk 209 if needed, and is again read into memory 201 at the time of an image rendering.

[0030] As stated above, according to this invention, the cutback of the amount of memory required for preservation of a three dimension panorama image etc. and a high-speed image rendering are attained, but the mutual comparison of a series of images further photoed from the different point and an operation become easy. For example, when comparing a series of images which photoed the surrounding scene at the point with a photography person with a series of images which moved the location and photoed the surrounding scene and measuring the far and near information on a photographic subject, as for a series of images photoed from both points, being expressed by the unified system of coordinates is desirable. Although this invention carries out the \*\*\*\* projection expression of a series of images photoed from one point, since bearing (parallax) of the photographic subject with which it corresponds in the image photoed from the different point perpendicularly if the level surface is taken for the periphery of projection system of coordinates and a certain bearing is taken to a reference axis for the central point of projection system of coordinates can be expressed directly as a difference of a coordinate, for example, the extract of far and near information becomes easy.

[0031]

[Effect of the Invention] Effectiveness, like the extract of the far and near information on the photographic subject by the mutual comparison of a series of images which efficient preservation and management, and the high-speed image rendering of a three-dimension-panorama image etc. of data of which compounded two or more images

which photoed different bearing from the same location were attained according to this invention as explained above, and were photoed from the different point becomes easy can be acquired.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the flow chart which shows the outline of processing by one example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the globular projection of an element image.

[Drawing 3] It is the sectional view which cut drawing 2 into round slices by a certain longitude line.

[Drawing 4] It is drawing associating and showing the \*\*\*\* projection field and memory area of an image.

[Drawing 5] It is the block diagram showing an example of the computer for processing this invention.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the panorama image creation by the projection to a cylinder side.

[Description of Notations]

100 Spherical Surface

102 Polar Axis

104 Equatorial Plane

106 \*\*\*\* Projection Flat Surface

F1, F2 Element image

O Core

N North pole

S South pole

phi LAT

theta LONG

p, q, w Pixel on an element image

p', q', w' Projecting point to a spherical-surface top

p ", q ", w" Point projecting [ \*\*\*\* ]

200 CPU

201 Memory

202 Display Unit

203 User Input Equipment

204 Hard Disk Drive Unit

205 Floppy Disk Drive Unit

206 PC Card Reader

207 System Bus

208 PC Card

209 Floppy Disk

210 Program

211 Memory Area